

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 40 41 235 C 1

51 Int. Cl. 5:
G 06 F 11/16

21 Aktenzeichen: P 40 41 235.0-53
22 Anmeldetag: 19. 12. 90
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 20. 2. 92

DE 40 41 235 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:

AEG Westinghouse Transport-Systeme GmbH, 1000
Berlin, DE

74 Vertreter:

Rüthning, W., Dipl.-Ing., 1000 Berlin

72 Erfinder:

Nies, Rainer, Dipl.-Ing.; Hochhaus, Frank, Dipl.-Ing.,
1000 Berlin, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

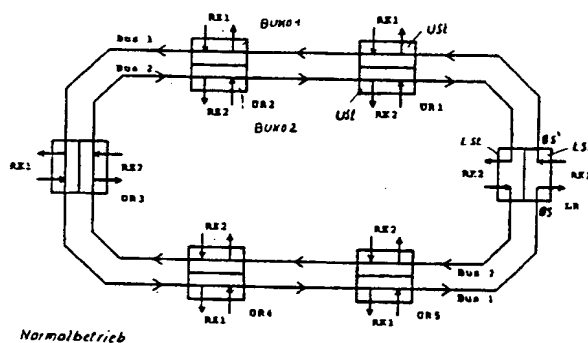
DE 36 28 299 C2

54 Anordnung zum signaltechnisch sicheren Übertragen von seriellen Daten zwischen vorzugsweise zweikanalig arbeitenden sicheren Rechnern mit einem Doppeling-Bussystem und Verfahren zum Betrieb

57 Es geht um eine Anordnung zum signaltechnisch sicheren Übertragen von seriellen Daten zwischen vorzugsweise zweikanalig arbeitenden sicheren Rechnern in einem Doppeling-Bussystem, das im Normalbetrieb parallelredundant im gegenläufigen Sinn betrieben wird und bei dem mittels Buskopplern bei einem Störfall eine Umschaltung auf Testbetrieb zur Ermittlung des gestörten Abschnittes und anschließend unter Abtrennung des/der störbehafteten Abschnitte eine Umschaltung auf Reservebetrieb in einer Einfach-Ringstruktur ohne Redundanz erfolgt. Um die Lokalisierung der Ausfallstellen zeitlich zu optimieren und die gegenseitige Entkopplung zu verbessern, wird vorgeschlagen:

- jeder der beiden Buskoppler (BUKO1, BUKO2) eines Rechners (Unterstationsrechner UR bzw. Leitreechner LR) ist einem der beiden Ringbusse (BUS1 bzw. BUS2) fest zugeordnet und über Zuleitungen für "SENDEN" und "EMPFANGEN" mit den Rechnerkanälen (RK1 und RK2) verbunden und bildet entkoppelt über eine interne Schnittstelle (VS) zusammen mit dem anderen Buskoppler eine Bussteuereinheit (BSE),

- über 5 logische Schalter in jedem Buskoppler (BUKO1, BUKO2) wird bei Störungen von der Betriebsart "NORMAL-BETRIEB" - mit Datendurchgang in der Bussteuereinheit (BSE) in Duplexbetriebsweise - auf einen in zwei Schritten verlaufenden Testbetrieb mit abwechselnder Rechnerkanal-beteiligung zur Störstellenlokalisierung sowie anschließend auf einen in zwei abwechselnden Phasen verlaufenden Reservebetrieb in Simplexbetriebsweise ...



Normalbetrieb

DE 40 41 235 C 1

Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich zunächst auf eine Anordnung zum signaltechnisch sicheren Übertragen von seriellen Daten zwischen vorzugsweise zweikanalig arbeitenden sicheren Rechnern mit einem Doppelring-Bussystem, wie es im einzelnen dem Oberbegriff des Anspruches 1 entnehmbar ist.

Eine solche Anordnung ist durch die DE-PS 36 28 299 bekanntgeworden. Dort werden im Normalbetrieb die beiden Ringbusse des Doppelring-Bussystems parallel-redundant im gegenläufigen Sinn unidirektional von Daten durchflossen, und jeder Rechner (Busteilnehmer) ist mit einem Kanal (Station) mit dem einen Ringbus und mit dem anderen Kanal mit dem anderen Ringbus funktionsmäßig über aktive Buskoppler verbunden, die paarweise zu rechnerbezogenen Bussteuereinheiten zusammengefaßt sind. Bei einem erkannten Störfall erfolgt durch eine Umschaltung des Doppelring-Bussystems auf einen mehrstufigen Testbetrieb mit Querverbindungen zwischen den Ringbussen eine Störstellenlokalisierung. Danach erfolgt eine weitere Umschaltung auf Reservebetrieb, indem angrenzende Abschnitte unter Abtrennung des störbehafteten Abschnittes dauernd in eine Einfach-Ringstruktur ohne Redundanz überführt werden. Bei der bekannten Anordnung verwalten die beiden aktiven Leitstationen in einem zweikanaligen Leitreechner hierarchisch die Buszugriffsrechte der Unterstationen der übrigen Rechner. Störungen der Datenflüsse in den Ringbussen bei Normalbetrieb werden vom Leitreechner detektiert, der dann auf einen Testbetrieb umschaltet, bei dem die Unterstationsrechner vom Leitreechner über ihre zugeordneten Bussteuereinheiten zur Störstellenlokalisierung aufgerufen werden. Nach Feststellung des Ortes der Störstelle wird dann über die Bussteuereinheiten eine Umschaltung zur Einfach-Ringstruktur vorgenommen.

Aufgabe der Erfindung ist es, die bekannte Anordnung hinsichtlich der Lokalisierung der Ausfallstellen zeitlich zu optimieren und durch eine veränderte Zuordnung der Buskoppler zu den Ringbussen die gegenseitige physikalische und funktionale Entkopplung zu verbessern.

Diese Aufgabe wird für eine Anordnung der eingangs genannten Art gemäß den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sowie Verfahren zum Betrieb der Anordnung sind den Unteransprüchen entnehmbar.

Durch die Erfindung können Störungen schneller erkannt, lokalisiert und überbrückt werden. Durch die verbesserte Entkopplung wird darüberhinaus für sicherheitsrelevante Kommunikationssysteme der Sicherheitsnachweis erleichtert.

Anhand von schematischen Ausführungsbeispielen wird die Erfindung im nachstehenden näher erläutert.

Die Zeichnungsfiguren zeigen:

Fig. 1 das Bussystem in der Betriebsart "Normalbetrieb";

Fig. 2 den Datenfluß in der Bussteuereinheit eines Busteilnehmers nach Fig. 1;

Fig. 3 das Bussystem in der Betriebsart "Testbetrieb 1";

Fig. 4 den Datenfluß in einer Bussteuereinheit eines Busteilnehmers nach Fig. 3;

Fig. 5 das Bussystem in der Betriebsart "Testbetrieb 2";

Fig. 6 den Datenfluß in einer Bussteuereinheit eines Busteilnehmers nach Fig. 5;

Fig. 7 das Bussystem in der Betriebsart "Reservebetrieb 1" mit Datenverkehr der Rechnerkanäle RK1 untereinander;

Fig. 8 den zugehörigen Datenfluß in der Bussteuereinheit BSE eines Busteilnehmers in BSE-Betriebsart "Schleife 1/2" nach Fig. 7;

Fig. 9 das Übertragungssystem in der Betriebsart "Reservebetrieb 2" mit Datenverkehr des Rechnerkanals RK2;

Fig. 10 den zugehörigen Datenfluß in der Bussteuereinheit eines Busteilnehmers in BSE-Betriebsart "Schleife 2/1" nach Fig. 7;

Fig. 11 bis 20 über logische Schalter realisierbare Datenflüsse innerhalb des Buskoppler von Unterstationen und Leitstation in den verschiedenen Betriebsarten.

Die grundsätzliche Funktionsweise eines von einem Leitreechner LR zentral gesteuerten Kommunikationssystems mit Unterstationsrechnern UR1 bis UR5 ist in Fig. 1 dargestellt. Die Zahl der Unterstationsrechner ist als Beispiel aufzufassen und erweiterbar. Die Teilnehmerzahl ist praktisch jedoch durch verschiedene Faktoren wie Eigenschaften des gewählten Übertragungsprotokolls, der geforderten maximalen Telegrammlaufzeit oder der zu erzielenden Gesamtverfügbarkeit begrenzt. Die Funktion des Leitrechners LR als auch die Unterstationsrechner UR1 bis UR5 sind zweikanalige Rechner; jeder Kanal gilt dabei als Station (Leitstation LSt bzw. Unterstation USt). Die Kanäle sind jeweils mit RK1 und RK2 bezeichnet und weisen jeweils Sende- und Empfangseingänge auf, die durch Pfeile markiert sind (einfachender Pfeil = Empfang; abgehender Pfeil = Sendung). Die beiden Ringbusse sind mit BUS1 und BUS2 gekennzeichnet. Bei der hier vorliegenden Betriebsart "Normalbetrieb" werden die beiden Ringbusse für höchste Verfügbarkeit im Duplexbetrieb beaufschlagt und dabei unabhängig voneinander im gegenläufigen Sinn jeweils unidirektional von den Nachrichten durchflossen. Jedem der beiden Ringbusse BUS1 und BUS2 sind dabei Buskoppler BUKO1 bzw. BUKO2 fest zugeordnet, von denen jeweils zwei solcher Buskoppler BUKO1 und BUKO2 eine logische Bussteuereinheit BSE für jeden Rechner, sowohl für Leitreechner LR als auch für Unterstationsrechner UR, bilden. D.h. zum Beispiel alle Buskoppler BUKO7 sind jeweils dem Ringbus 7 und alle Buskoppler BUKO2 jeweils dem Ringbus 2 zugeordnet. Jeder Rechnerkanal RK7 und RK2 eines Rechners ist im Normalbetrieb sende- und empfangsseitig einem der Busse zugeordnet und ist über technisch gleichartige Schnittstellen am Buskoppler sende- und empfangsmäßig an das Bussystem angekoppelt. Das heißt Rechnerkanal RK7 hier an BUS7 und Rechnerkanal RK2 an BUS2. Dieses Prinzip gilt sowohl für den Leitreechner LR als auch für die Unterstationsrechner UR. Während die Ringbusse in den Buskopplern der Unterstationsrechner durchgeschaltet sind, sind sie in den Buskopplern des Leitrechners LR unterbrochen.

In Fig. 2 ist der Datenfluß innerhalb einer Bussteuereinheit BSE eines Unterstationsrechners UR nochmals genauer wiedergegeben. Man erkennt die paarweisen Buskoppler BUKO7 und BUKO2, die bereits in der Fig. 7 angedeutet sind. Jeder Buskoppler weist eingangsseitig eine Busschnittstelle BS und ausgangsseitig eine weitere Busschnittstelle BS' für die Ankopplung

des Bus, eine Rechnerschnittstelle RS zur Ankopplung an den jeweiligen Rechnerkanal und eine Verbindungsschnittstelle VS für die gegenseitige paarweise Ankopplung der Buskoppler auf.

Durch die redundante Leitungsführung mit zwei Übertragungsleitungen und die noch zu beschreibenden verschiedenen Betriebsarten der aktiven Buskoppler wird die hohe Fehlertoleranz des Bussystems erreicht. Der Teil- oder Gesamtausfall einer Einzelkomponente führt nie zu einem Gesamtausfall des Bussystems, sondern beschränkt sich ausschließlich auf das vom Ausfall betroffene Element, weil beim Ausfall einer angeschlossenen Station oder dem Ausfall eines Buskopplers eine Rekonfiguration des Bussystems durchgeführt wird.

Für die Ringbusse können als Datentransportmedium vorteilhaft Lichtwellenleiter und/oder Kupferkabel benutzt werden. Erzeugung und Umsetzung sowie die zeit- und amplitudenmäßige Regenerierung der Signale für die angeschaltete Rechneinheit erfolgt durch die aktiven Buskoppler BUKO7 und BUKO2, von denen jeweils zwei als Koppelglieder zwischen dem Bussystem und den jeweiligen zweikanaligen Rechnern Verwendung finden.

Für einen Buszugriff müssen die Unterstationen von der Leitstation aufgerufen werden, sie können nicht eigenmächtig zugreifen. Beide Rechnerkanäle RK1 und RK2 können dann auf die beiden Busse BUS1 und BUS2 des parallelredundanten Bussystems zugleich zugreifen, wenn sie als zugriffsberechtigte Stationen Daten auf den Bus absetzen wollen. Die beiden Ringbusse sind im Leitreechner LR aufgetrennt. Die endlose Zirkulation von Signalen wird damit unterbunden. Der aktive Leitreechner LR kontrolliert neben der Regelung des Buszugriffsrechts das gesamte Übertragungssystem.

Auf die Schaltungen in den Bussteuereinheiten BSE (je 2 Buskoppler) wird im übrigen noch später eingegangen.

In den Fig. 3 und 5 wird auf die Betriebsart "Testbestbetrieb" (Busbetrieb 1 und 2) eingegangen. Der Testbetrieb wird in zwei Schritten Bustest 1 und Bustest 2 durchgeführt. Er dient der Lokalisierung einer Störstelle. Dazu werden die Bussteuereinheiten BSE vom Leitreechner umgeschaltet. Für Bustest 1 (vgl. Fig. 3) findet ausschließlich der Rechnerkanal RK1 Verwendung. Der Leitreechner LR ist dabei senderseitig an BUS1 und empfängerseitig an BUS2 angeschlossen. Die Unterstationen liegen empfängerseitig jeweils an BUS1 und senderseitig an BUS2. Letzteres wird von der Leitstation per Steuertelegramm an alle erreichbaren Unterstationen veranlaßt. Über Rechnerkanal RK1 werden von der Leitstation dann alle Unterstationen von UR1 bis UR5 aufgerufen. Alle Unterstationen antworten; die Störstelle X bewirkt jedoch, daß nur die Antworten der Unterstationen UR2 und UR1 empfangen werden können. Dies wird von der Leitstation registriert. Anschließend wird für Bustest 2 wieder umgeschaltet (vgl. Fig. 5). Der Leitreechner LR ist dabei senderseitig an BUS2 und empfängerseitig an BUS1 angeschlossen. Die Unterstationen werden senderseitig an BUS1 und empfängerseitig an BUS2 angeschlossen. Die Stationen von UR1 und UR2 schalten hierbei jedoch nicht um, da sie ein entsprechendes Aufforderungstelegramm nicht erreicht. Werden anschließend alle Unterstationen von UR1 bis UR5 von der Leitstation aufgerufen, dann können infolge der Störstelle X hier nur die Unterstationen von UR3 bis UR5 antworten. Dies wird ebenfalls von der Leitstation registriert und die Störstelle X als zwischen UR2 und UR3 liegend lokalisiert.

Es ist dabei unerheblich, ob die Unterbrechung in einem oder in beiden Ringbussen vorliegt, ob sie nur zwischen den Stationen (wie in Fig. 3 und 5) auftritt oder ein kompletter Unterstationsrechner betroffen ist. Bei mehreren Unterbrechungen oder Ausfällen wird die letzte noch erreichbare Station auf dem jeweiligen Bus ermittelt.

Die Fig. 4 und 6 geben wieder die relevanten Datenflüsse in den Buskopplern der Bussteuereinheiten der Unterstationsrechner zu den Fig. 3 und 5 wieder.

Nachdem der Ort eines aufgetretenen Ausfalls mit Hilfe des Bustests lokalisiert worden ist, werden in den der Ausfallstelle benachbarten Bussteuereinheiten BSE Schleifen eingestellt. Es wird auf Reservebetrieb umgeschaltet, wobei die Störstelle X ausgegrenzt wird. Vergleichlich der Fig. 7 und 9 werden dazu in der Bussteuereinheit BSE des der Störstelle X benachbart liegenden Unterstationsrechners UR2 durch eine Querverbindung alle Daten von BUS1 (inclusive der des Unterstationsrechners UR2) auf den BUS2 geleitet (BSE-Betriebsart Schleife 7/2). In der Bussteuereinheit BSE des weiteren der Störstelle X benachbarten Unterstationsrechners UR3 wird durch eine Querverbindung der Datenverkehr von BUS2 auf BUS1 umgeleitet (BSE-Betriebsart Schleife 2/7). Es entsteht ein einziger großer Ringbus (Hufeisenform).

Fig. 7 zeigt die erste Phase des Reservebetriebes (Reservebetrieb 1). Dabei hat nur Rechnerkanal RK1 des Leitrechners LR die Leitfunktion (aktives Buszugriffsrecht, Leitstation), der andere Rechnerkanal RK2 arbeitet wie eine Unterstation (passives Buszugriffsrecht). Der Leitreechner LR sendet und empfängt über den Ringbus BUS7. Der BUS7 ist in der Leitstation über den Buskoppler BUKO7 geöffnet, der Buskoppler BUKO2 auf Durchgang geschaltet. Es wird nur Datenverkehr zwischen allen Schnittstellen zu dem Rechnerkanal RK1 abgewickelt. Nach definierter Zeit wird die Bussteuereinheit des Leitrechners LR auf die zweite Phase des Reservebetriebes (Reservebetrieb 2) umgeschaltet, bei der umgekehrt jetzt der andere Rechnerkanal RK2 die Leitfunktion übernimmt (vgl. Fig. 9).

Der Rechnerkanal RK7 ist nun als Unterstation initialisiert. Die Busunterbrechung von BUS7 in der ehemaligen Leitstation ist zurückgenommen und der zugehörige Buskoppler BUKO7 auf Durchgang geschaltet. Gesendet und empfangen wird über BUS2, dazu ist der Bus in der neuen Leitstation über Buskoppler BUKO2 geöffnet. Es wird nun der Datenverkehr zwischen allen Schnittstellen zum Rechnerkanal RK2 abgewickelt. Anschließend schaltet nach definierter Zeit die Bussteuereinheit des Leitrechners LR wieder auf die erste Phase des Reservebetriebes (Reservebetrieb 1).

Die Fig. 8 und 10 geben — in Ergänzung zu den Fig. 7 und 9 — die Datenflüsse in den Buskopplern der Busteilnehmer genauer wieder, deren Bussteuereinheiten BSE in den BSE-Betriebsarten Schleife 1/2 bzw. 2/1 arbeiten.

In den weiteren Fig. 11 bis 20 sind in detaillierterer, jedoch schematisierender Blockdarstellung eines einzelnen Buskopplers (als Teil einer Bussteuereinheit) die verschiedenen zu realisierenden Datenflüsse mittels der integrierten fünf Schalter in den unterschiedlichen BSE-Betriebsarten dargestellt.

Den Figuren ist entnehmbar, daß die Umschaltungen jeweils mit fünf logischen Schaltern SW1 bis SW5 in jedem Buskoppler vorgenommen werden können. Diese sind durch entsprechende Signale der angeschalteten Rechnerkanäle RK7 bzw. RK2 über die Rechnerschnittstellen RS ansteuerbar. Je zwei Buskoppler bilden dabei

— wie bereits ausgeführt — eine über die Verbindungsschnittstelle VS gekoppelte Bussteuereinheit BSE. Die logischen Schalter sind dabei so angeordnet, daß sowohl Durchschaltungen zwischen den Busschnittstellen BS und BS' als auch Verbindungen zu der Rechnerschnittstelle RS sowie der Verbindungsschnittstelle VS herstellbar sind. Die Busschnittstelle BS kann über den Schalter SW7 in Schaltstellung A, ein EXOR-Gatter 1, den Schalter SW2 in Schaltstellung A, ein ODER-Gatter 2 sowie den Schalter SW3 in Schaltstellung A mit der Busschnittstelle BS' verbunden werden. Zwischen Schalter SW2 und EXOR-Gatter 7 ist eine Empfangsleitung RD angeschlossen und führt über ein ODER-Gatter 3 an die Rechnerschnittstelle RS. Das ODER-Gatter 3 ist im übrigen mit dem Schalter SW5 in Schaltstellung B verbindbar, der Signale von der Verbindungsstelle VS über Leitung VD1 erhält und in Schaltstellung A diese Leitung VD1 mit dem EXOR-Gatter 1 verbindet. Von der Rechnerschnittstelle RS führt eine Sendeleitung TD an Schalter SW4, der in Schaltstellung A eine Verbindung zum ODER-Gatter 2 und in Schaltstellung B zu einem weiteren ODER-Gatter 4 herstellt, das auch von Schalter SW3 in Schaltstellung B beaufschlagbar ist und über Leitung VD2 eine Verbindung zur Verbindungsschnittstelle VS herstellt.

Fig. 11 zeigt einen Buskoppler einer Bussteuereinheit eines Unterstationsrechners in der Betriebsart "NORMAL/EMPfangEN". Der Datenfluß verläuft dabei — z. B. von BUS1 kommend — über die Busschnittstelle BS, den Schalter SW7/A, den Schalter SW2/A sowie den Schalter SW3/A zur weiteren Busschnittstelle BS' und von dort wieder zu BUS1. Der zugeordnete Rechnerkanal RK1 bzw. RK2 ist über Rechnerschnittstelle RS und Empfangsleitung RD zwischen dem ersten Schalter SW1 und dem zweiten Schalter SW2 angeschlossen. Die Pfade über die weiteren Schalter SW4/A und SW5/A sind stromlos (kein Datenfluß).

(Hinweis: Die Buchstaben hinter den Schaltern zeigen die jeweilige Schaltlage an.)

Für BUS2 mit umgekehrt gerichtetem Datenfluß ist ein weiterer gleichartiger — um 180° funktional geschwenkter — Buskopplerbaustein vorzusehen. Beide Buskoppler sind über die Verbindungsschnittstelle VS zu koppeln.

Fig. 12 zeigt den gleichen Buskoppler einer Unterstation umgeschaltet in die Betriebsart "NORMAL/SENDEN". Hierbei erfolgt kein Datenfluß (von BUS1 kommend) über die Busschnittstelle BS. Schalter SW7/A, Schalter SW2/A, und der Pfad über den fünften Schalter SW5/A ist stromlos (kein Datenfluß). Dagegen erfolgt über die Rechnerschnittstelle RS, die Sendeleitung TD und die Schalter SW4/A und SW3/A ein Anschluß an den betreffenden Ringbus (hier z. B. BUS7) über die weitere Busschnittstelle BS'. Auch hier sind für eine komplette Bussteuereinheit zwei in dieser Weise eingestellte Buskoppler notwendig.

Fig. 13 und 14 zeigen den zugehörigen Datenfluß in den Buskopplern des Leitrechners LR beim Status "NORMALBETRIEB/EMPfangEN" bzw. "NORMALBETRIEB/SENDEN". Der Datenfluß in Fig. 13 verläuft für "EMPfangEN" von der Busschnittstelle BS über Schalter SW7/A, Gatter 1 und Gatter 3, Leitung RD zur Rechnerschnittstelle RS und in Fig. 14 für "SENDEN" von der Rechnerschnittstelle RS über Sendeleitung TD, Schalter SW4/A, ODER-Gatter 2 und Schalter SW3/A zur Busschnittstelle BS' (vgl. hierzu auch Fig. 1). In beiden Fällen ist der Schalter SW2 in Stellung B, also geöffnet, um durch die Unterbrechung des Datenflusses

Endlos-Zirkulationen zu unterbinden.

Fig. 15 zeigt den Buskoppler einer Bussteuereinheit eines Unterstationsrechners in der Betriebsart "TEST/EMPfangEN". Hierbei gelangt der Datenfluß vom Ringbus über die Busschnittstelle BS, den Schalter SW1/A, den Schalter SW2/A und Schalter SW3/A zur weiteren Busschnittstelle BS', wobei der zugeordnete Rechnerkanal über Rechnerschnittstelle RS und Empfangsleitung RD zwischen dem Schalter SW7 und dem Schalter SW2 angeschlossen ist und die Pfade über die weiteren Schalter SW4/B und SW5/A stromlos sind (kein Datenfluß).

Zur Betriebsart "TEST/SENDEN" wird für den vorherbeschriebenen Buskoppler einer Unterstation auf Fig. 16 verwiesen. Hierbei erfolgt kein Datenfluß über die Busschnittstelle BS, den Schalter SW1/A, SW2/A, SW3/A zur weiteren Busschnittstelle BS' sowie zur Empfangsleitung RD und der Pfad über den Schalter SW5/A ist stromlos (kein Datenfluß). Dagegen erfolgt über die Rechnerschnittstelle RS, die Sendeleitung TD, den Schalter SW4/B, die Verbindungsschnittstelle VS und den jeweils anderen Buskoppler derselben Bussteuereinheit BSE ein Anschluß an den anderen Ringbus.

Die weiteren Fig. 17 bis 20 gehen näher auf die Betriebsart "RESERVE" ein. Dabei gibt es unterschiedliche Schaltungen der Buskoppler in den Unterstationen, je nachdem ob der jeweilige Buskoppler in einem Schleifenanfang oder Schleifenende liegt. Verläuft der Datenfluß z. B. von BUS1 kommend über Buskoppler BUKO1 und BUKO2 zum BUS2, liegt eine "Schleife 1/2" vor mit Schleifenanfang in BUKO1 und Schleifenende in BUKO2.

Fig. 17 zeigt, daß in der Betriebsart "RESERVE/EMPfangEN" für Buskoppler einer Unterstation am Schleifenanfang der Datenfluß über die Busschnittstelle BS und den Schalter SW1/A und dann einerseits über die Empfangsleitung RD und die Rechnerschnittstelle RS an den zugeordneten Rechnerkanal und andererseits über den Schalter SW2/A und Schalter SW3/B zur Verbindungsstelle VS führt, wobei die Pfade über die Schalter SW4/A und SW5/B stromlos sind (kein Datenfluß).

Dagegen führt in der Betriebsart "RESERVE/EMPfangEN" (Fig. 18) für Buskoppler einer Unterstation am Schleifenende der Datenfluß von der Verbindungsstelle VS und Schalter SW5/A einerseits über Empfangsleitung RD und Rechnerschnittstelle RS zum Rechnerkanal RK1 und andererseits über Schalter SW2/A und Schalter SW3/A zur weiteren Busschnittstelle BS', wobei die Pfade über den Schalter SW1/B und Schalter SW4/A stromlos sind (kein Durchfluß). Ebenso unterschiedlich sind die Schaltungen für die Betriebsarten "RESERVE/SENDEN" am Schleifenanfang und Schleifenende.

In der Betriebsart "RESERVE/SENDEN" (Fig. 19) für Buskoppler einer Unterstation am Schleifenanfang führt der Datenfluß vom einen Rechnerkanal über Rechnerschnittstelle RS, Sendeleitung TD, Schalter SW4/A, den Schalter SW3/B zur Verbindungsschnittstelle VS, wobei die Pfade über die Schalter SW1/A, SW2/A und SW5/B stromlos sind (kein Datenfluß).

Fig. 20 zeigt die Betriebsart "RESERVE/SENDEN" für Buskoppler einer Unterstation am Schleifenende. Dabei wird der Datenfluß von einem Rechnerkanal über Rechnerschnittstelle RS, Sendeleitung TD, Schalter SW4/A, Schalter SW3/A und die weitere Busschnittstelle BS' zur Busschnittstelle BS' geführt. Dabei sind die Pfade über die Schalter SW1/B, SW2/A u. SW5/A

stromlos (kein Datenfluß).

Beim Reservebetrieb nach Fig. 7 mit aktivem Rechnerkanal RK1 entspricht die Schalterstellung im Buskoppler BUKO1 des Leitrechners LR für die Betriebsart "EMPfangEN" innerhalb der Leitstation der nach Fig. 13 und für "SENden" der nach Fig. 14. Der Buskoppler BUKO2 ist dabei durchgeschaltet entsprechend Fig. 11. Beim Reservebetrieb mit aktivem Rechnerkanal RK2 nach Fig. 9 kehren sich die Verhältnisse um. Buskoppler BUKO1 ist durchgeschaltet entsprechend Fig. 11 und für den Buskoppler BUKO2 gelten die Schalterstellungen für "EMPfangEN" und "SENden" entsprechend den Fig. 13 und 14.

Patentansprüche

1. Anordnung zum signaltechnisch sicheren Übertragen von seriellen Daten zwischen vorzugsweise zweikanalig arbeitenden sicheren Rechnern mit einem Doppelring-Bussystem,
 - bei der im Normalbetrieb die beiden Ringbusse des Doppelring-Bussystems parallel redundant im gegenläufigen Sinn unidirektional von Daten durchflossen werden und jeder Rechner mit dem einen Kanal mit dem einen Ringbus und mit dem anderen Kanal mit dem anderen Ringbus über aktive Buskoppler (BUKO) verbunden ist, die paarweise, entkoppelt über eine interne Schnittstelle (VS), zu jeweils rechnerbezogenen Bussteuereinheiten (BSE) zusammengefaßt sind,
 - bei der bei einem erkannten Störfall durch eine Umschaltung des Doppelring-Bussystems auf Testbetrieb mit Querverbindungen zwischen den Ringbussen eine Störstellen-Lokalisierung und danach eine weitere Umschaltung auf Reservebetrieb vorgesehen ist, bei der angrenzende Abschnitte unter Abtrennung des störbehafteten Abschnittes dauernd in eine Einfach-Ringstruktur ohne Redundanz überführt werden,
 - daß dazu ein zweikanaliger Leitrechner (LR) vorgesehen ist, der mit zweikanaligen Unterstationsrechnern (UR) kommuniziert, die Buszugriffsrechte verwaltet und bei Störungen der Datenflüsse in den Ringbussen bei Normalbetrieb auf den Testbetrieb umschaltet, bei dem die Unterstationsrechner vom Leitrechner über die zugeordneten Bussteuereinheiten (BSE) zur Störstellenlokalisierung aufgerufen werden und daß danach über diese Bussteuereinheiten (BSE) die weitere Umschaltung zur Einfach-Ringstruktur erfolgt,
 dadurch gekennzeichnet,
 - daß jeder der beiden Buskoppler (BUKO1, BUKO2) einer einem Rechner (Unterstationsrechner UR bzw. Leitrechner LR) zugehörigen Bussteuereinheit (BSE) einem der beiden Ringbusse (BUS1 bzw. BUS2) fest zugeordnet und vom zugehörigen Rechnerkanal ansteuerbar ist, wobei jeweils eine Rechnerschnittstelle (RS) für die Verbindung zum zugehörigen Rechnerkanal (RK1 oder RK2) und Buschnittstellen (BS bzw. BS') für den ankommenden bzw. abgehenden Anschluß eines der beiden Ringbusse (BUS1 oder BUS2) vorgesehen sind
 - und daß das Umschalten der Bussteuerein-

heiten (BSE) in die verschiedenen Betriebsarten durch je 5 logische Schalter (SW1 bis SW5) in jedem Buskoppler erfolgt, dessen Schalter durch entsprechende Signale des zugehörigen Rechnerkanals (RK1 bzw. RK2) über die jeweilige Rechnerschnittstelle (RS) ansteuerbar sind, wobei die Störungen der Betriebsart "NORMALBETRIEB" – mit direktem Datendurchgang in der Bussteuereinheit (BSE) in Duplexbetriebsweise – eine Umschaltung auf einen in zwei Schritten verlaufenden Testbetrieb mit abwechselnder Rechnerkanalbeteiligung zur Störstellenlokalisierung sowie anschließend auf einen in zwei abwechselnden Phasen verlaufenden Reservebetrieb in Simplexbetriebsweise erfolgt, bei der jeweils Schleifen von einem zum anderen Buskoppler bzw. Ringbus gebildet werden.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Betriebsart "NORMALBETRIEB/EMPfangEN" in den Buskopplern der Bussteuereinheiten der Unterstationsrechner der Datenfluß über die Busschnittstelle (BS), den 1. Schalter (SW1/A), 2. Schalter (SW2/A) sowie den 3. Schalter (SW3/A) zur weiteren Busschnittstelle (BS') jeweils durchgeschaltet ist, wobei der zugeordnete Rechnerkanal (RK1 bzw. RK2) über Rechnerschnittstelle (RS) und Empfangsleitung (RD) zwischen dem 1. Schalter (SW1) und 2. Schalter (SW2) angeschlossen ist und die Pfade über die weiteren 4. und 5. Schalter (SW4/A, SW5/A) stromlos (datenflußfrei) sind (Fig. 11).
3. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Betriebsart "NORMALBETRIEB/SENden" in den Buskopplern der Bussteuereinheiten der Unterstationsrechner kein Datenfluß über die Busschnittstelle (BS), den 1. und 2. Schalter (SW1/A, SW2/A) erfolgt und der Pfad über den 5. Schalter (SW5/A) stromlos (datenflußfrei) ist, daß dagegen über die Rechnerschnittstelle (RS), die Sendeleitung (TD), den 4. Schalter (SW4/A) und 3. Schalter (SW3/A) ein Anschluß an den betreffenden Ringbus über die weitere Busschnittstelle (BS') erfolgt (Fig. 12).
4. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Betriebsart "TESTBETRIEB/EMPfangEN" in den Buskopplern der Bussteuereinheiten der Unterstationsrechner der Datenfluß vom Ringbus über die Busschnittstelle (BS), den 1. Schalter (SW1/A), den 2. Schalter (SW2/A) und 3. Schalter (SW3/A) zur weiteren Busschnittstelle (BS') verläuft, wobei der zugeordnete Rechnerkanal über Rechnerschnittstelle (RS) und Empfangsleitung (RD) zwischen dem 1. Schalter (SW1) und 2. Schalter (SW2) angeschlossen ist und die Pfade über die weiteren 4. und 5. Schalter (SW4/B und SW5/A) stromlos (datenflußfrei) sind (Fig. 15).
5. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Betriebsart "TESTBETRIEB/SENden" in den Buskopplern der Bussteuereinheiten der Unterstationsrechner kein Datenfluß über die Busschnittstelle (BS), den 1., 2. und 3. Schalter (SW1/A, SW2/A, SW3/A) zur weiteren Busschnittstelle (BS') und zur Empfangsleitung (RD) erfolgt, daß der Pfad über den 5. Schalter (SW5/A) stromlos (datenflußfrei) ist, dagegen über die Rechnerschnittstelle (RS), die Sendeleitung (TD), den 4. Schalter (SW4/B), die Verbindungsschnittstelle

(VS) und den jeweils anderen Buskoppler der Bussteuereinheit ein Anschluß an den anderen Ringbus erfolgt (Fig. 16).

6. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Betriebsart "RESERVEBETRIEB/EMPfangEN" für Buskoppler einer Unterstation am Schleifenanfang der Datenfluß über die Busschnittstelle (BS), den 1. Schalter (SW1/A) und dann einerseits über die Empfangsleitung (RD) und die Rechnerschnittstelle (RS) an den zugeordneten Rechnerkanal und andererseits über den 2. Schalter (SW2/A) und 3. Schalter (SW3/B) zur Verbindungsschnittstelle (VS) führt, wobei die Pfade über den 4. und 5. Schalter (SW4/A und SW5/B) stromlos (datenflußfrei) sind (Fig. 17).

7. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Betriebsart "RESERVEBETRIEB/EMPfangEN" für Buskoppler einer Unterstation am Schleifenende der Datenfluß von der Verbindungsschnittstelle (VS) und den 5. Schalter (SW5/A) einerseits über Empfangsleitung (RD) und Rechnerschnittstelle (RS) an den zugeordneten Rechnerkanal und andererseits über den 2. Schalter (SW2/A), 3. Schalter (SW3/A) zur weiteren Busschnittstelle (BS') führt, wobei die Pfade über den 1. Schalter (SW1/B) und 4. Schalter (SW4/A) stromlos (datenflußfrei) sind (Fig. 18).

8. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Betriebsart "RESERVEBETRIEB/SENDEN" für Buskoppler einer Unterstation am Schleifenanfang der Datenfluß vom zugeordneten Rechnerkanal über die Rechnerschnittstelle (RS), die Sendeleitung (TD), den 4. Schalter (SW4/A), den 3. Schalter (SW3/B) zur Verbindungsschnittstelle (VS) führt, wobei die Pfade über den 1., 2. und 5. Schalter (SW1/A, SW2/A und SW5/B) stromlos (datenflußfrei) sind (Fig. 19).

9. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Betriebsart "RESERVEBETRIEB/SENDEN" für Buskoppler einer Unterstation am Schleifenende der Datenfluß vom zugeordneten Rechnerkanal über die Rechnerschnittstelle (RS), die Sendeleitung (TD), den 4. Schalter (SW4/A) und den 3. Schalter (SW3/A) zur weiteren Busschnittstelle (BS') geführt wird, wobei die Pfade über den 1., 2. und 5. Schalter (SW1/B, SW2/A und SW5/A) stromlos (datenflußfrei) sind (Fig. 20).

10. Verfahren zum Betrieb der Anordnung nach den Ansprüchen 1, 4, 5, dadurch gekennzeichnet, daß für Testbetrieb die Bussteuereinheiten (BSE) umgeschaltet werden, wobei in einem ersten Schritt ausschließlich der eine Rechnerkanal (z. B. RK1) Verwendung findet, über den der Leitreechner (LR) senderseitig an den ersten BUS (z. B. BUS1) und empfangenseitig an den zweiten Bus (z. B. BUS2) und die Unterstationsrechner umgekehrt empfangenseitig an den ersten Bus (BUS1) und senderseitig an den zweiten Bus (BUS2) angeschlossen werden, daß dann alle zu diesem Rechnerkanal gehörenden Unterstationen (USt) vom Leitreechner über den ersten Bus (BUS1) mittels dieses einen Kanals (RK1) aufgerufen werden und nur die intakten Unterstationen über den zweiten Bus (BUS2) mittels desselben Rechnerkanals (RK1) antworten können, daß anschließend in einem zweiten Schritt ausschließlich der andere Rechnerkanal (z. B. RK2) Verwendung findet, wobei der Leitreechner (LR) senderseitig an den zweiten Bus (z. B. BUS2) und

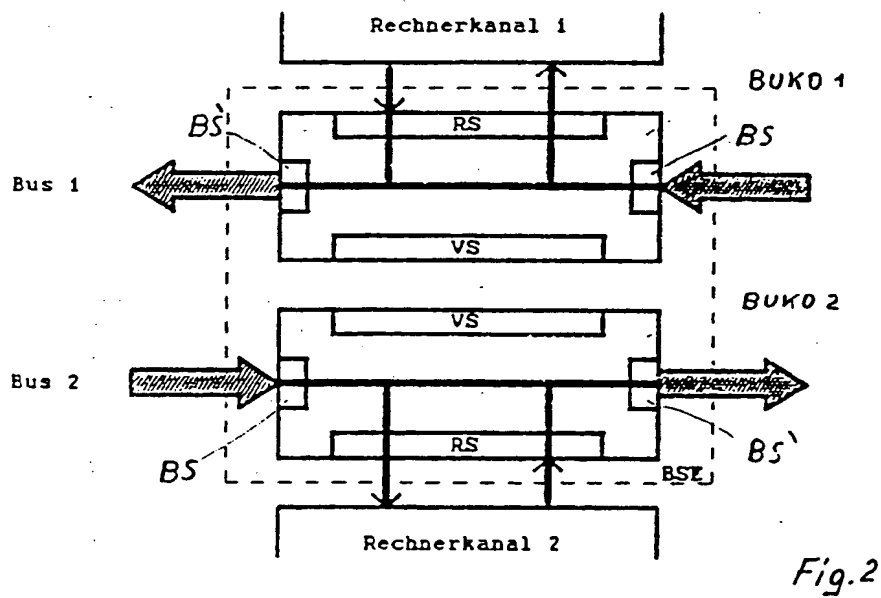
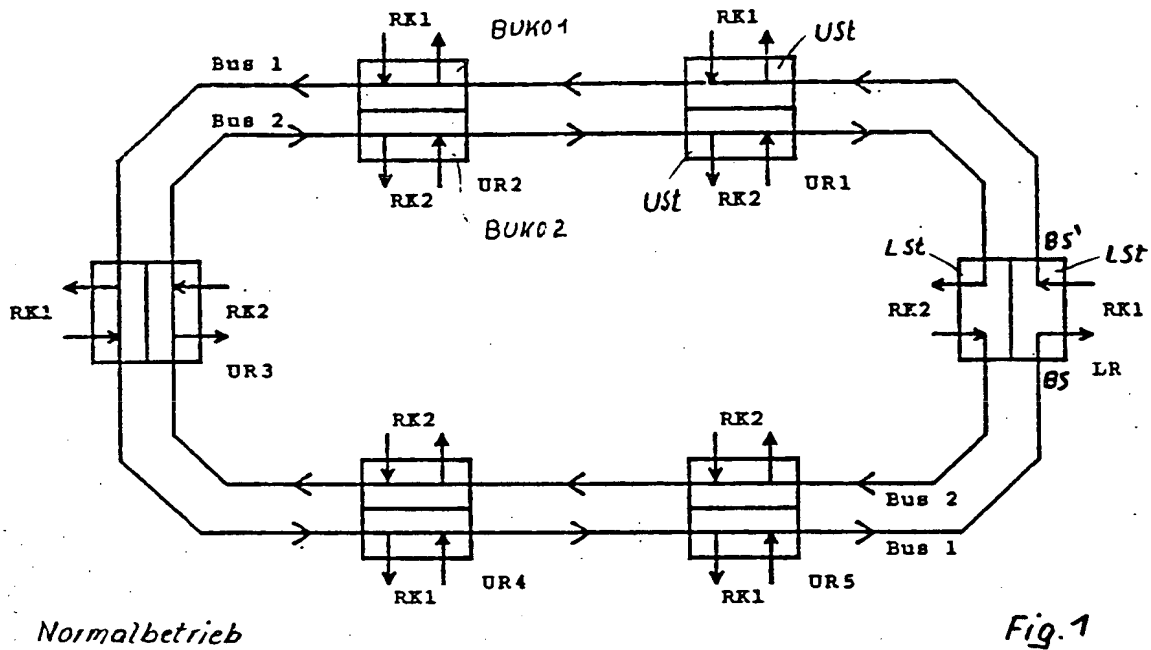
empfangenseitig an den ersten Bus (z. B. BUS1) angeschlossen und die Unterstationen umgekehrt empfangenseitig an den zweiten Bus (BUS2) und senderseitig an den ersten Bus (BUS1) angeschlossen werden, daß dann alle zu diesem Rechnerkanal gehörenden Unterstationen (USt) vom Leitreechner (LR) über den zweiten Bus (BUS2) mittels dieses anderen Rechnerkanals (RK2) aufgerufen werden und nur die intakten Unterstationen (USt) über den ersten Bus (BUS1) mittels desselben Rechnerkanals (RK2) antworten können und daß aus den Sendantworten der intakten Unterstationen (USt) im Leitreechner (LR) die Störstelle (X) ermittelt wird (Fig. 3, 5).

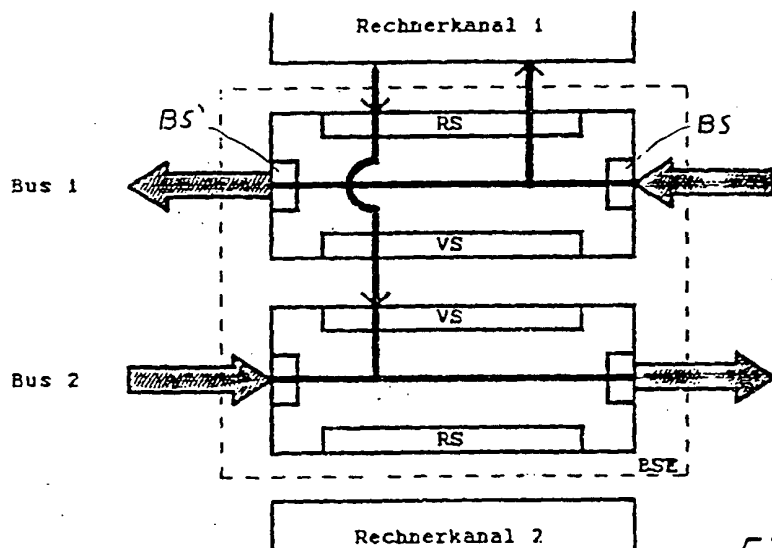
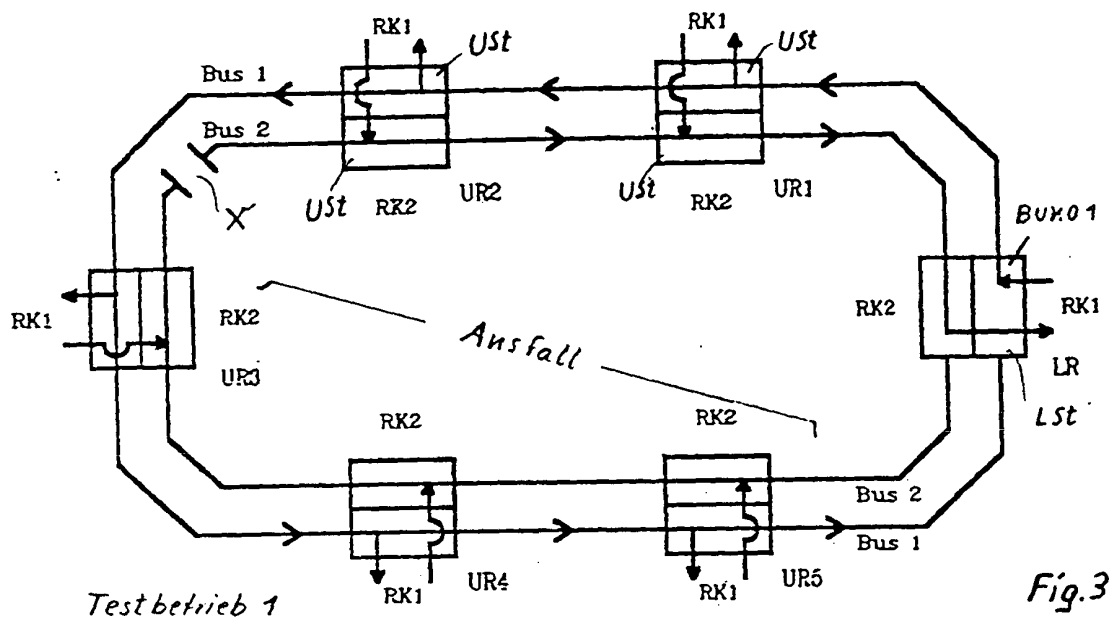
11. Verfahren zum Betrieb der Anordnung nach den Ansprüchen 1, 6, 7, 8, 9, dadurch gekennzeichnet, daß für Reservebetrieb die Bussteuereinheiten (BSE) umgeschaltet werden, wobei im Leitreechner nur jeweils ein Rechnerkanal die Leitfunktion besitzt und über nur einen Bus gesendet und empfangen wird und durch Querverbindungen in den der Störstelle (X) benachbarten Bussteuereinheiten (BSE) der Unterstationen der Datenverkehr jeweils von dem einen auf den anderen Ringbus geleitet und eine über den Leitreechner (LR) führende Schleife gebildet wird, über die eine Simplex-Kommunikation zwischen der jeweils aktiven Leitstation des Leitrechners (LR) und den intakten Unterstationen (USt) erfolgt (Fig. 7, 9).

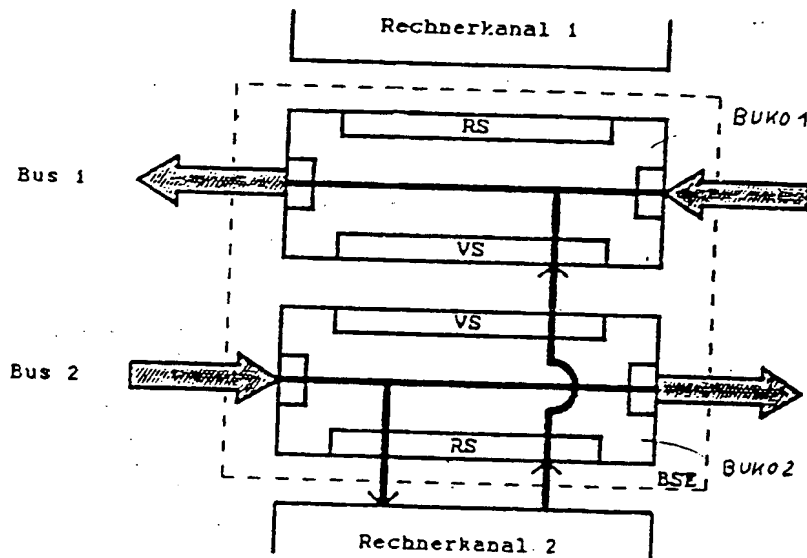
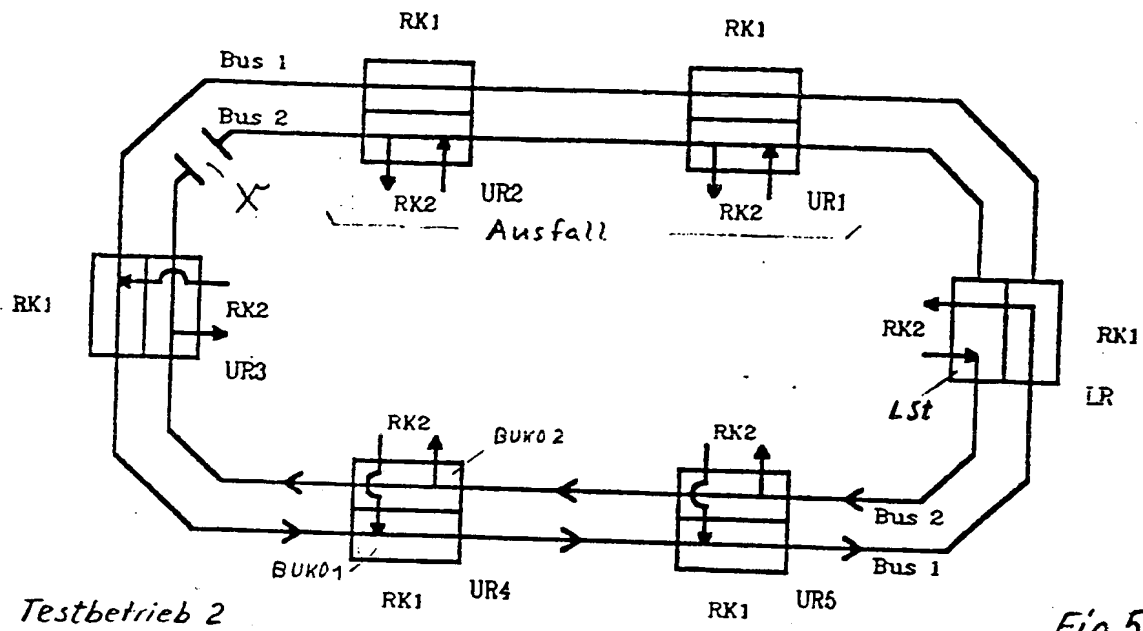
12. Verfahren zum Betrieb der Anordnung nach den Ansprüchen 1, 6, 7, 8, 9, dadurch gekennzeichnet, daß in der ersten Phase des Reservebetriebes der erste Rechnerkanal (z. B. RK1) des Leitrechners (LR) die Leitfunktion übernimmt und der andere zweite Rechnerkanal (z. B. RK2) abgeschaltet wird, wobei nur über die dem ersten Bus (z. B. BUS1) zugeordneten Buskoppler (z. B. BUKO1) gesendet und empfangen wird, während die dem zweiten Bus (z. B. BUS2) zugeordneten Buskoppler (BUKO2) auf Durchgang geschaltet sind, daß der Datenverkehr nur zwischen allen Schnittstellen zu dem ersten Rechnerkanal (RK1) abgewickelt wird und anschließend die Bussteuereinheit (BSE) des Leitrechners (LR) auf die zweite Phase des Reservebetriebes umgeschaltet wird (Fig. 7).

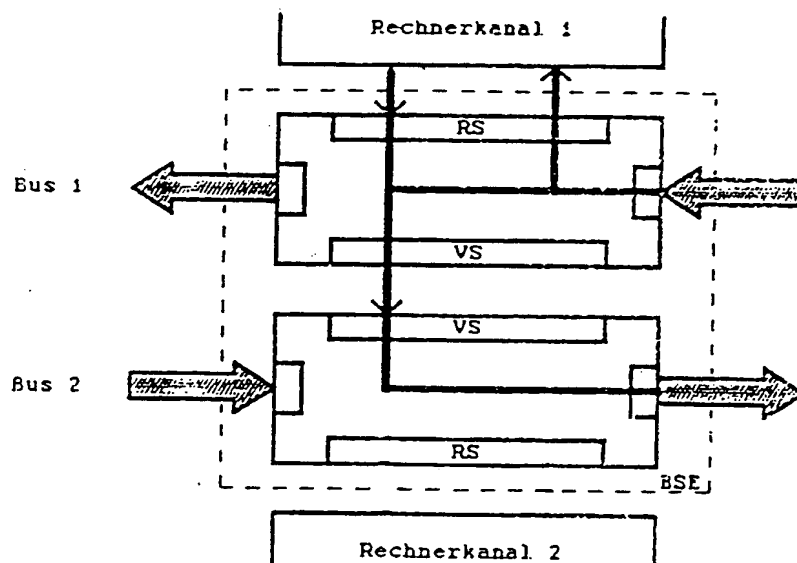
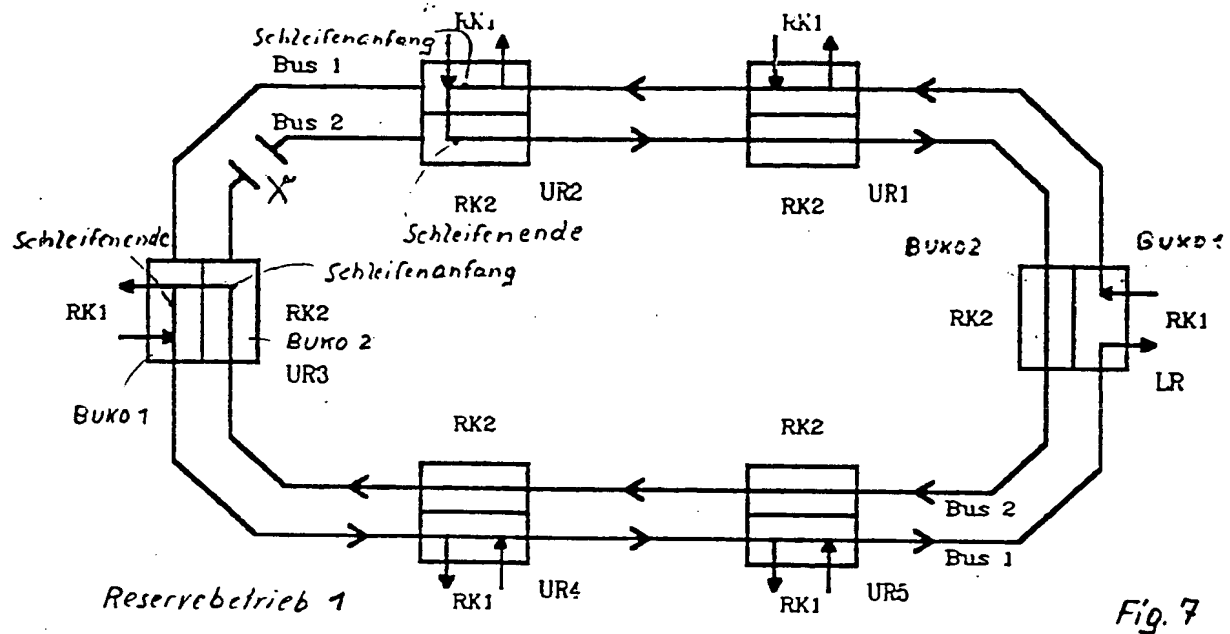
13. Verfahren zum Betrieb der Anordnung nach den Ansprüchen 1, 6, 7, 8, 9, dadurch gekennzeichnet, daß in der zweiten Phase des Reservebetriebes der zweite Rechnerkanal (RK2) des Leitrechners (LR) die Leitfunktion übernimmt und der erste Rechnerkanal (RK1) abgeschaltet wird, wobei nur über die dem zweiten Bus zugeordneten Buskoppler (BUKO2) gesendet und empfangen wird, während die dem ersten Bus (BUS1) zugeordneten Buskoppler (BUKO1) auf Durchgang geschaltet sind, daß der Datenverkehr nur zwischen allen Schnittstellen zu dem zweiten Rechnerkanal (RK2) abgewickelt wird und anschließend die Bussteuereinheit (BSE) des Leitrechners (LR) wieder auf die erste Phase des Reservebetriebes zurückgeschaltet wird usw. (Fig. 9).

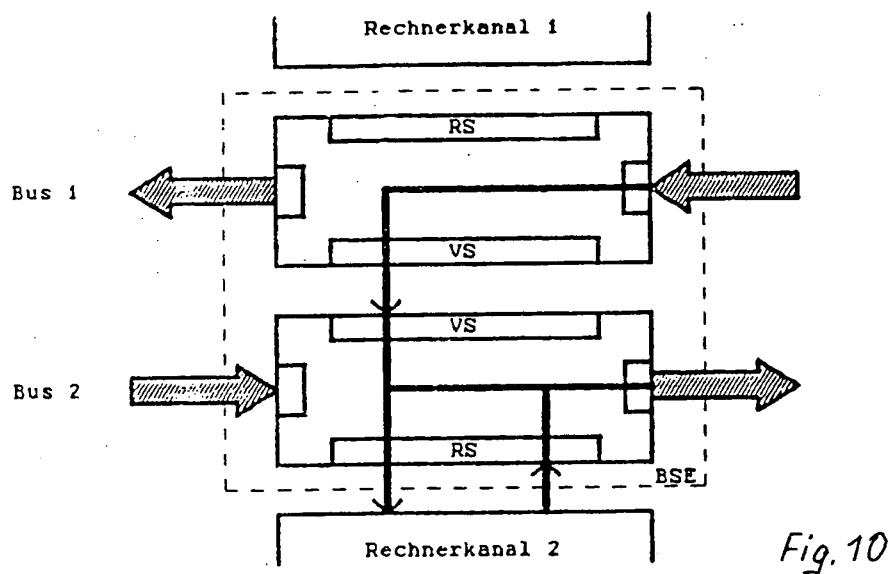
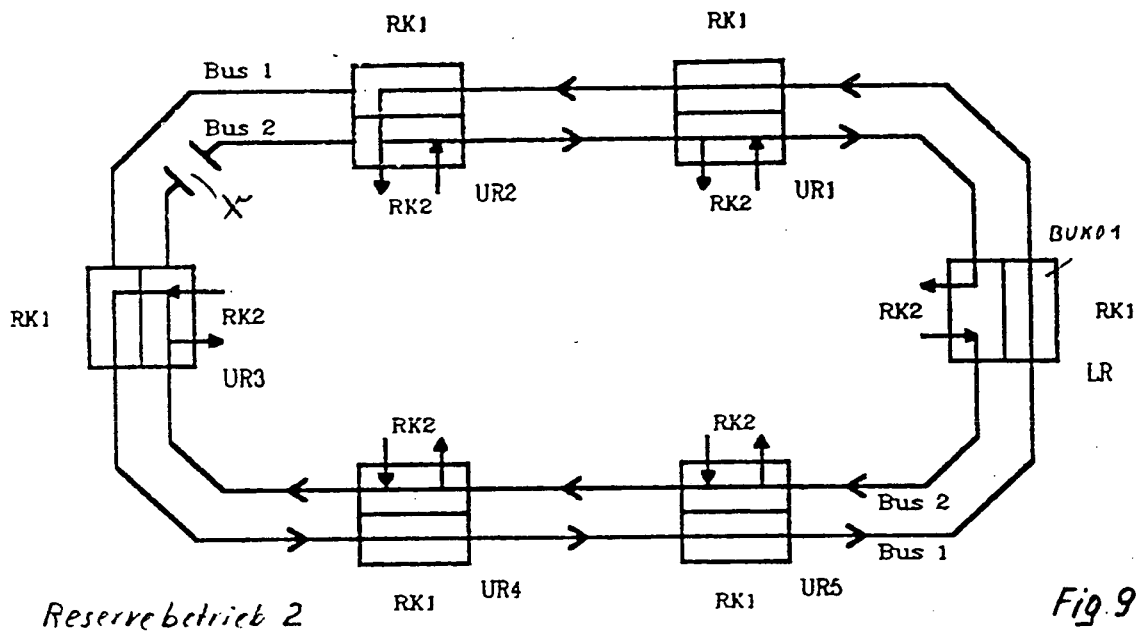
Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

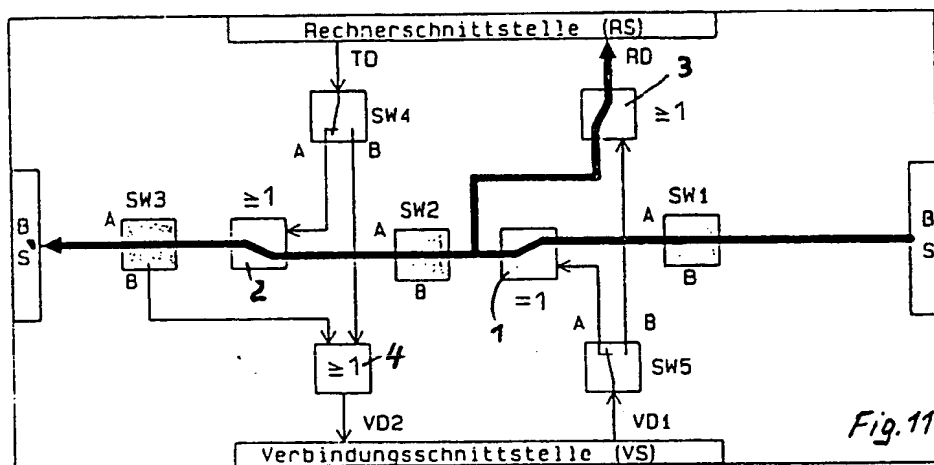




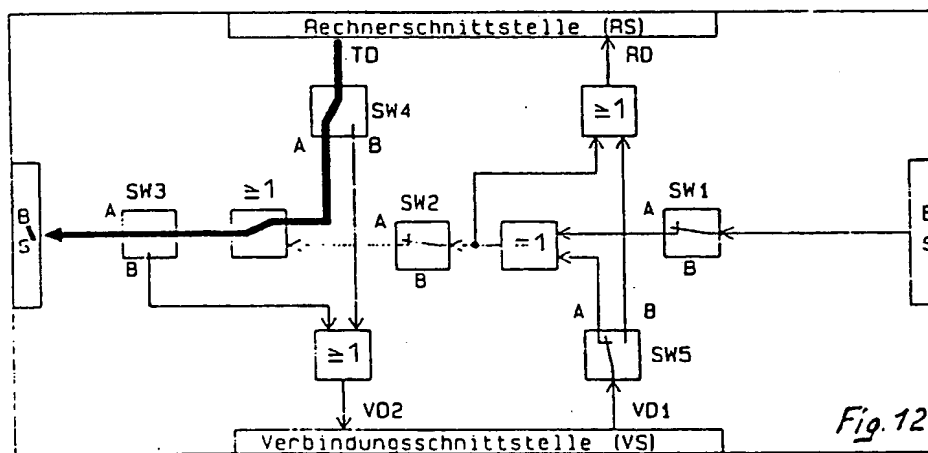




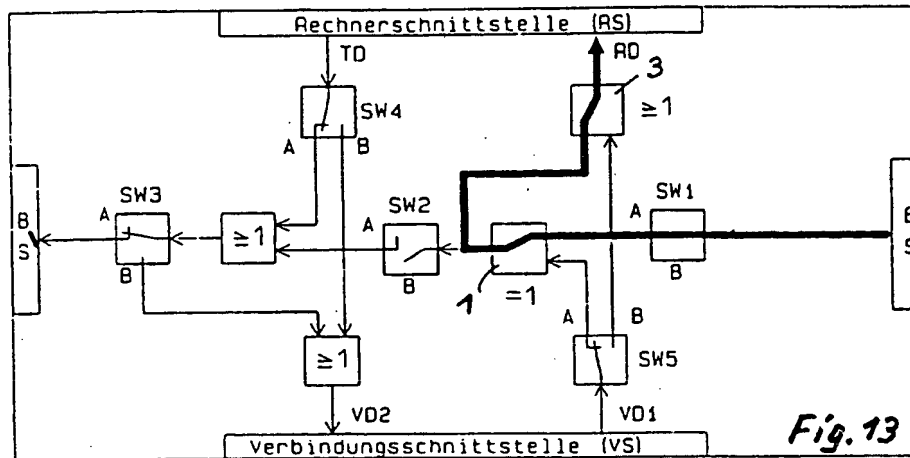




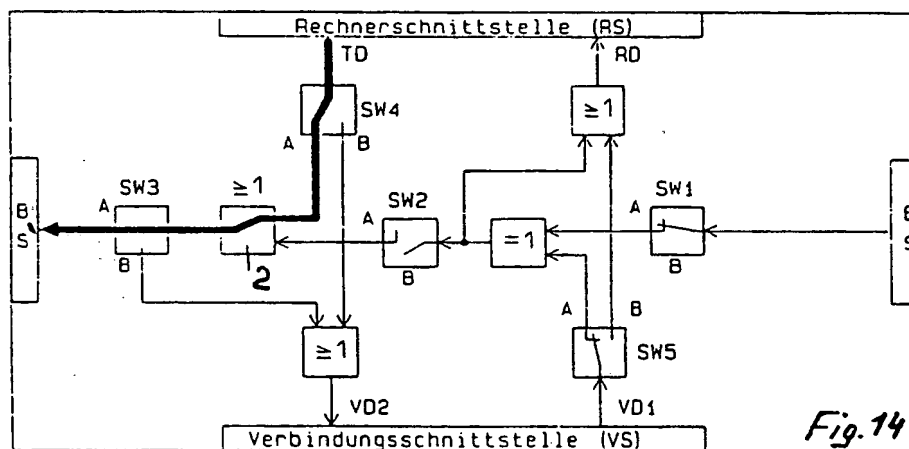
Normalbetrieb/Empfänger (Unterstation)



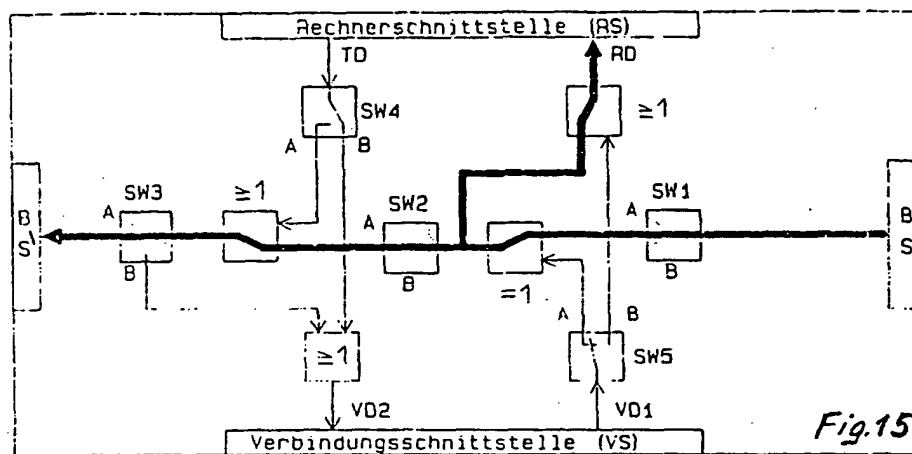
Normalbetrieb/Senden (Unterstation)



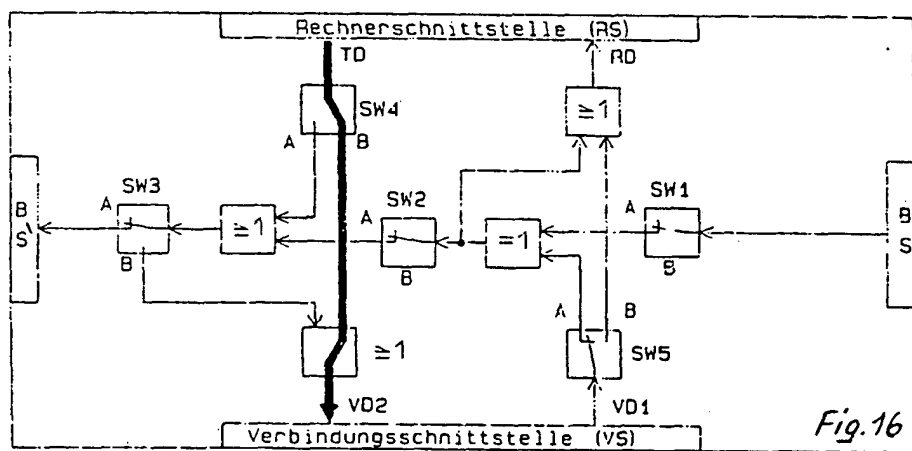
Normalbetrieb/Empfangen (Leitstation)



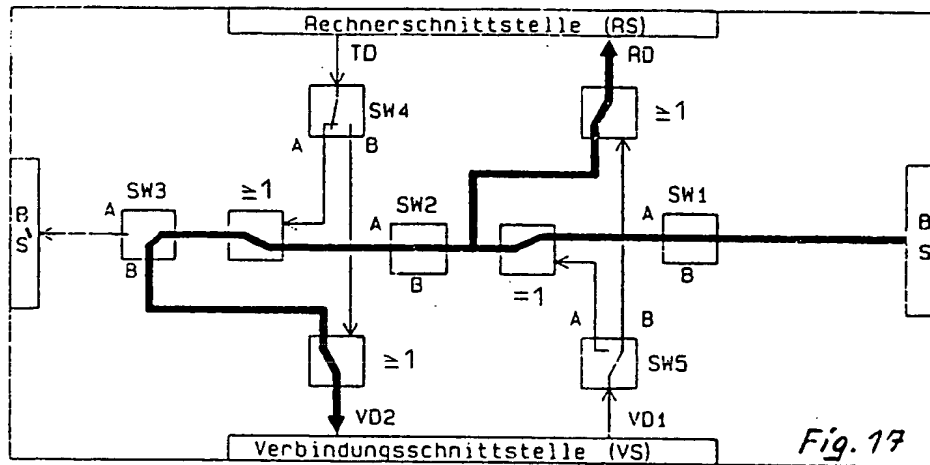
Normalbetrieb / Senden (Leitstation)



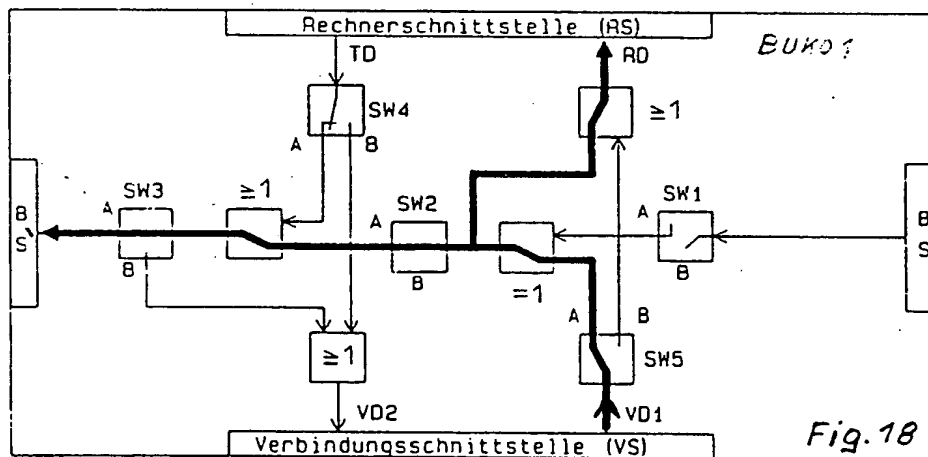
Testbetrieb/Empfangen (Unterstation)



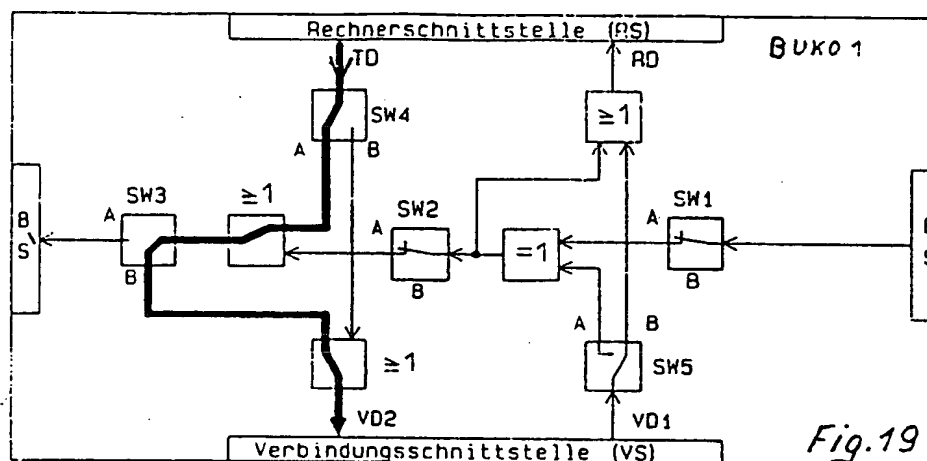
Testbetrieb/Senden (Unterstation)



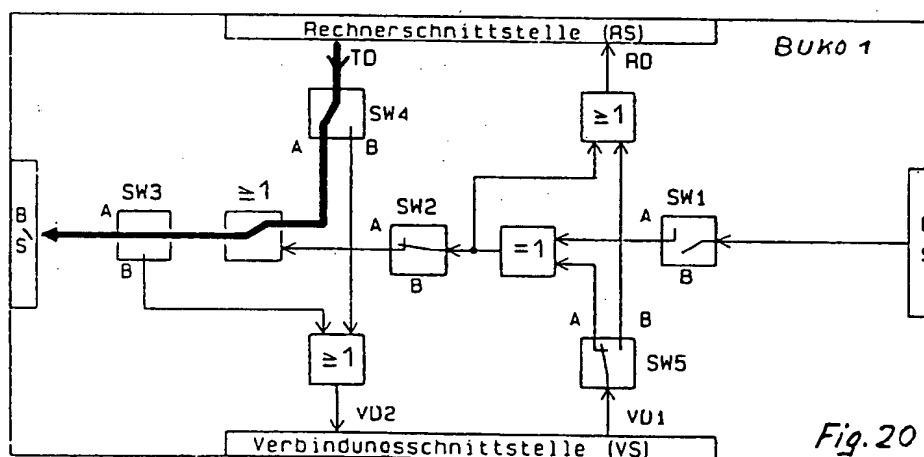
Reservebetrieb/Empfänger (Unterstation/Schleifenanfang)



Reservebetrieb/Empfänger (Unterstation/Schleifenende)



Reservebetrieb/Senden (Unterstation/Schleifenanfang)



Reservebetrieb/Senden (Unterstation/Schleifenende)